

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia Eletrônica

ISSN 1413-2206

BT/PEE/9909

**Amplificador Distribuído em
GaAs – 1 a 17 GHz**

Cristiane Ferreira de Araujo
Fatima Salete Correra

São Paulo – 1999

O presente trabalho é um resumo da tese de doutorado apresentada por Cristiane Ferreira de Araujo, sob orientação da Profa. Dra. Fatima Salete Correra.: "Amplificadores Distribuídos de Microondas", defendida em 27/08/98, na Escola Politécnica.

A íntegra da tese encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica/USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Araujo, Cristiane Ferreira de

Amplificador distribuído em GaAs – 1 a 17 GHz / C.F. de Araujo, F.S. Correra. -- São Paulo : EPUSP, 1999.

p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Eletrônica, BT/PEE/9909)

1. Microondas 2. Amplificadores I. Correra, Fátima Salete II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Eletrônica III. Título IV. Série
ISSN 1413-2206

CDD 621.3813
621.381535

AMPLIFICADOR DISTRIBUÍDO EM GaAs - 1 A 17 GHz

Cristiane Ferreira de Araujo e Fatima Salete Correra

Laboratório de Microeletrônica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Cx. P. 61548 CEP 05424-970, São Paulo, SP, e-mail: fscorrer@lme.poli.usp.br

Resumo: Este artigo apresenta o projeto de um amplificador distribuído monolítico empregando 4 MESFETs de GaAs com porta de $0,5 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ e microlinhas de transmissão. O amplificador foi construído com a tecnologia F20 da "foundry" GEC-Marconi, ocupando uma área de $2 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$. O ganho do amplificador determinado experimentalmente é de $6,9 \pm 1 \text{ dB}$ na faixa de 800 MHz a 17,35 GHz, com máximo VSWR de 1,1:1 de entrada e de 1,22:1 de saída, tendo-se obtido excelente concordância entre os resultados experimentais e a previsão computacional do desempenho do amplificador em pequenos sinais.

Abstract: This paper presents the design of a monolithic distributed amplifier employing 4 GaAs MESFETs with $0,5 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ gate and microstriplines. The amplifier was constructed at the foundry GEC-Marconi using F20 process, and the chip area is $2 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$. A gain of $6,9 \pm 1 \text{ dB}$ was measured over the bandwidth of 800 MHz to 17,35 GHz, with maximum VSWR of 1.11:1 for input and 1.22:1 for output terminal. Excellent agreement between measured and computed small-signal amplifier performance was obtained.

1. Introdução

O princípio de amplificação em banda ultra-larga empregando amplificadores distribuídos foi proposto em 1935 por Percival [1] e baseia-se na idéia de incorporar as capacitâncias dos componentes ativos, então válvulas, como elementos de linhas de transmissão artificiais, adicionando-se suas transcondutâncias. O resultado desse procedimento é a obtenção de amplificação sobre bandas muito mais largas que as obteníveis com outros tipos de amplificadores.

Com o amadurecimento da tecnologia de circuitos integrados monolíticos de microondas, MMICs, tornou-se possível aplicar a estrutura proposta por Percival ao projeto de amplificadores monolíticos de banda ultra-larga operando nas faixas de microondas e de ondas milimétricas. Nessas faixas de frequência têm sido relatados inúmeros amplificadores distribuídos empregando MESFETs [2-5], HEMTs [6-7] e HBTs [8], que demonstram a crescente evolução desse tipo de amplificador com o desenvolvimento da tecnologia de dispositivos e circuitos integrados monolíticos de alta frequência.

Este artigo apresenta projeto, construção e resultados experimentais de um amplificador distribuído a MESFET que foi desenvolvido com o objeto de se adquirir capacitação em projeto desse tipo de amplificador, bem como no uso de serviços de "foundries" de GaAs que hoje são acessíveis a universidades e centros de pesquisa para prototipagem de MMICs através de processamentos multi-usuário.

Nos itens que se seguem apresentam-se inicialmente considerações de projeto de um amplificador distribuído a MESFET, discutindo-se sua implementação através dos elementos de circuito disponíveis no processo F20, oferecido pela "foundry" GEC-Marconi. São discutidas as etapas de simulação e de leiaute do circuito, fornecendo-se os resultados experimentais do amplificador e comparando-os aos resultados de simulação do mesmo.

2. Projeto e Construção do Amplificador

Embora o princípio de funcionamento dos amplificadores distribuídos seja simples, o equacionamento completo desse tipo de circuito é bastante complexo, conduzindo a fórmulas que permitem simular o desempenho do circuito, mas que não são facilmente aplicáveis ao projeto do amplificador [3].

A fim de se obter equações de projeto simples, foram propostas metodologias de projeto que empregam modelos simplificados do transistor e estruturas idealizadas de amplificador distribuído [2-4]. Os parâmetros do circuito assim projetados não são os ideais para a operação em faixa larga do amplificador, mas servem de ponto de partida para a otimização computacional do projeto.

No projeto do amplificador apresentado neste artigo foi utilizada a metodologia proposta em [3], considerando-se o modelo de pequenos sinais simplificado do transistor apresentado na figura 1 e a estrutura de amplificador distribuído da figura 2.

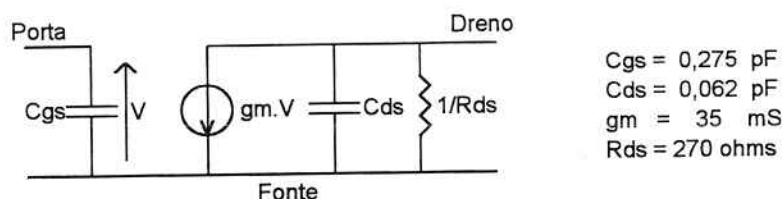


Figura 1. Modelo simplificado do MESFET

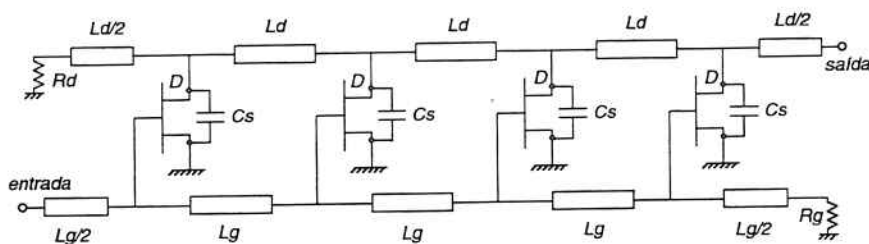


Figura 2. Estrutura idealizada do amplificador distribuído

Na estrutura apresentada na figura 2, as indutâncias L_g e L_d são calculadas de modo a compor, com as capacitâncias totais de porta e dreno do transistor, células de linha de transmissão com impedância característica de 50 ohms. A capacitância C_s é adicionada entre os terminais de dreno e fonte de modo a equalizar as capacitâncias de entrada e saída do transistor. Nessas condições, as equações básicas de projeto são:

$$C_s = C_{gs} - C_{ds} \quad \text{e} \quad Z_o = \sqrt{\frac{L_g}{C_{gs}}} = \sqrt{\frac{L_d}{C_{ds} + C_s}}$$

As resistências de terminação R_g e R_d são projetadas de modo a garantir baixo coeficiente de reflexão de entrada e saída. Considerando-se o modelo do transistor apresentado na figura 1, os valores ideais de R_g e R_d e do ganho do amplificador, com n transistores, em baixas frequências podem ser obtidos das equações a seguir, onde n é o número de transistores do amplificador:

$$R_g = Z_o, \quad \frac{1}{Z_o} = \frac{1}{R_d} + \frac{n}{R_{ds}} \quad \text{e} \quad G(\text{dB}) = 20 \cdot \log \left[\frac{n \cdot g_m \cdot Z_o}{2} \right]$$

No projeto do amplificador aqui apresentado foram utilizadas linhas de transmissão para a realização das indutâncias L_g , L_d e da capacitância C_s , como indicado na figura 3.

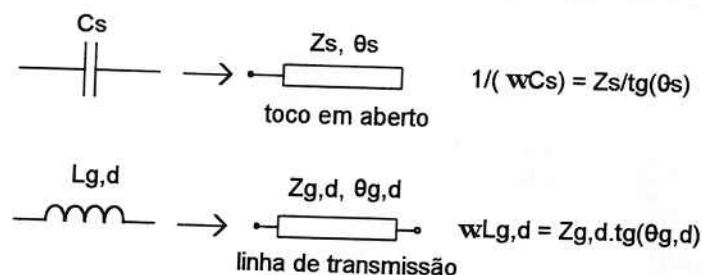


Figura 3. Realização de C_s , L_g e L_d por elementos distribuídos

O amplificador foi projetado empregando-se 4 transistores MESFET e adotando-se $Z_g = Z_d = 88$ ohms. Os comprimentos das linhas de transmissão foram calculados de modo a satisfazer as equações da figura 3 na frequência superior da banda de passagem de amplificador, 18 GHz. O projeto do amplificador foi otimizado em computador partindo-se dos valores iniciais de projeto e empregando-se o modelo de pequenos sinais completo do MESFET, que inclui a capacitância porta-dreno, bem como as resistências e indutâncias parasitas em série com os terminais de porta, dreno e fonte. A partir de um estudo de leiaute verificou-se a necessidade de incluir pequenos trechos de linha de transmissão em série com os terminais de porta e dreno dos MESFETs. Esses elementos, bem como modelos para todas as junções em "T" e dobras em ângulo de 90####, foram considerados durante a etapa final de otimização.

A tabela I, apresenta: *fase 1* - os valores iniciais dos parâmetros de projeto; *fase 2* - os valores otimizados considerando-se o modelo completo do transistor e *fase 3* - os valores finais incluindo considerações de leiaute, e modelos dos filtros de polarização e capacitores de desacoplamento DC. Observe-se que o toco em aberto utilizado para realizar a capacitância C_s teve seu comprimento, l_s , reduzido a zero na otimização final do circuito e que os comprimentos das linhas de transmissão de porta e de dreno, l_g e l_d , tenderam a se diferenciar. Foi necessário reduzir o valor de R_d a fim de garantir baixo VSWR de saída em banda larga, o que contribui para a diminuição do ganho.

Parâmetro	Fase 1	Fase 2	Fase 3
l_g (μm)	1590	1065	700
l_d (μm)	1590	1817	1558
l_s (μm)	467	194	0
R_g (ohms)	50	51	42
R_d (ohms)	192	60	53
Ganho (dB)	10,8	8	8

Tabela 1. Evolução dos valores dos parâmetros do projeto durante a otimização do circuito.

A figura 4 apresenta o leiaute do amplificador, que inclui um filtro de polarização de dreno constituído por indutores espirais planares e capacitores. A tensão de alimentação de porta é conectada aos transistores através da resistência R_g . Capacitores de desacoplamento DC foram integrados à entrada e à saída do circuito. O amplificador foi construído empregando-se a tecnologia F20 da "foundry" GEC-Marconi, ocupando uma área de 2 mm x 4 mm.

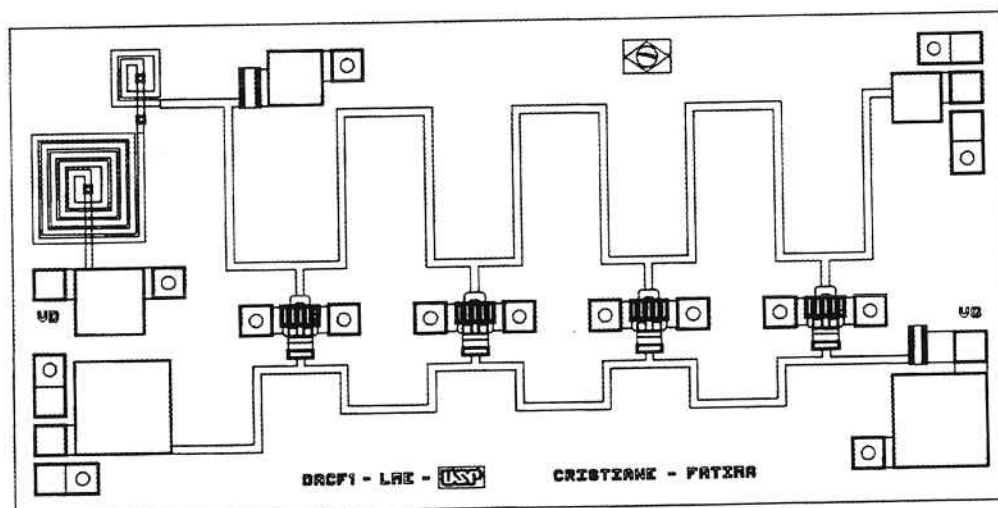


Figura 4. Leiaute do amplificador distribuído.

3. Resultados Experimentais

O amplificador foi caracterizado "on chip", utilizando uma estação microprovadora de microondas e analisador de redes. A entrada e saída dos sinais de microondas foi realizada através de micropontas de prova coplanares. As tensões de alimentação do amplificador foram conectadas ao circuito através de pontas de prova do tipo agulha. O chip do amplificador foi soldado sobre uma lâmina de alumina dourada em ambos os lados a fim de facilitar sua fixação na plataforma do microprovador, realizada por meio de vácuo. Interconectou-se cuidadosamente todas as terras do sistema de medidas através de malhas metálicas, a fim de garantir a precisão e repetibilidade das medidas em banda ultra-larga.

O amplificador foi polarizado com $V_d = 5$ V e $V_g = -0.8$ V, consumindo 90 mA, condição em que os transistores do amplificador estão polarizados com corrente de dreno em torno de $I_{dss}/2$. Os parâmetros de espalhamento do amplificador foram então medidos na faixa

de 100 MHz a 20 GHz. As figuras 5 e 6 apresentam respectivamente o ganho, a perda de retorno de entrada e a perda de retorno de saída do amplificador, permitindo comparar os resultados experimentais com as previsões do desempenho do circuito obtidas a partir da simulação computacional.

Como pode ser observado na figura 5, o ganho medido do amplificador foi de 6.9 ± 1 dB na faixa de 800 MHz a 17.35 GHz. Nessa mesma faixa a perda de retorno de entrada resultou sempre menor que -12,7 dB e a perda de retorno de saída ficou abaixo de -10 dB. Dessa forma obteve-se ganho com boa planicidade em faixa ultra-larga, associado a coeficiente de reflexão reduzido, o que permite cascatear módulos do amplificador para obtenção de ganho mais elevado, sem degradar o desempenho do conjunto resultante.

Comparando-se os resultados experimentais com os resultados da simulação do circuito verifica-se que o ganho do amplificador resultou 1 dB abaixo da previsão inicial, obtendo-se, no entanto, banda de passagem um pouco superior à das simulações. Essas diferenças são coerentes com variação inerente ao processo de fabricação do circuito integrados monolíticos empregando transistores MESFETs em GaAs. Mais especificamente, a variação da espessura e/ou concentração de dopantes da camada ativa do MESFET afeta a transcondutância do transistor e a capacitância porta-fonte, que são parâmetros determinantes no ganho e da faixa de passagem do amplificador.

Observe-se que, embora um pouco deslocada em frequência, a forma das curvas de ganho e de perda de retorno de entrada e de saída apresentam excelente concordância com as simulações, indicando a boa precisão dos modelos de transistores e de componentes passivos fornecidos pela "foundry", e que os parasitas de leiaute foram adequadamente incorporados nas etapas de projeto do amplificador.

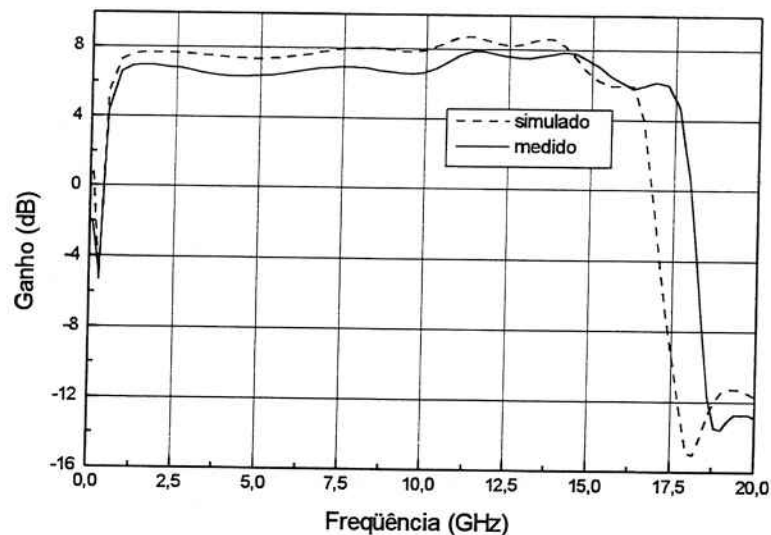


Figura 5. Ganho do amplificador em função da frequência

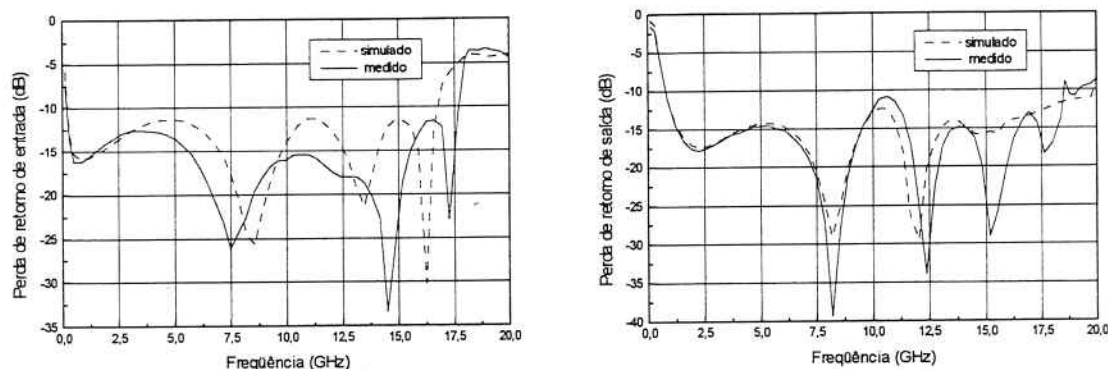


Figura 6. Perda de retorno de entrada e de saída do amplificador em função da frequência

4. Conclusões

Foi projetado, construído e caracterizado um amplificador distribuído monolítico a MESFET, empregando equações simplificadas de projetos e otimização computacional. Os resultados experimentais demonstraram excelente concordância com as simulações, tendo-se obtido ganho de 6.9 ± 1 dB na faixa de 800 MHz a 17,35 GHz, com perda de retorno reduzida, tendo-se atingido os objetivos de desenvolver capacitação em projeto de amplificadores distribuídos.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Eng. David Viveiros Jr. por sua inestimável contribuição no projeto do leiaute do circuito e na caracterização do amplificador na faixa de microondas. Este trabalho foi patrocinado pela CAPES e pela FAPESP - processo 94/2342-3.

Referências

- [1] PERCIVAL, W. S., "Thermionic valve circuits", *British Patent 460 562*, Jan. 25 1937.
- [2] AYASLI, Y. et al, "A Monolithic GaAs 1-13 GHz Traveling-Wave Amplifier", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. MTT 30, pp. 976-981, July 1982.
- [3] NICLAS, B. K. et al, "On theory and Performance Solid-State Microwave Distributed Amplifier". *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. MTT 31, pp. 447-456, June 1983.
- [4] BEYER, J. M. et al., "MESFET Distributed Amplifier Design Guidelines". *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. MTT 32, pp. 268-275, March 1984.
- [5] APEL, T. and LUDVIK, S., "A Compact, High-Gain, 2-20 GHz MMIC Amplifier", *IEEE Journal of Solid State Circuit*, vol. 27, pp. 1463-1469, Oct. 1992.
- [6] YUEN, C. et al, "5-60 GHz High-Gain Distributed Amplifiers Utilizing InP Cascode HEMT's". *IEEE Journal of Solid State Circuit*, vol. 27, pp. 1434-1438, Oct. 1992.
- [7] MAJIDI-AHY, r. et al, "5-100 GHz InP Coplanar Waveguide MMIC Distributed Amplifier", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. MTT 38, pp. 1986-1991, Dec. 1990.
- [8] KOBAYASHI, W. K. et al, "GaAs HBT Wideband Matrix Distributed and Darlington Feedback Amplifiers to 24 GHz". *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. MTT 39, pp. 2001-2009, Dec. 1991.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PEE/9301 - Oscilador a HEMT - 10 GHz - FÁTIMA S. CORRERA, EDMAR CAMARGO
- T/PEE/9302 - Representação Senoidal da Voz através dos Polos do Filtro Predictor - MARCELO B. JOAQUIM, NORMONDS ALENS
- BT/PEE/9303 - Blindagens por Grades Conductoras: Cálculo do Campo Próximo - LUIZ CEZAR TRINTINALIA, ANTONIO ROBERTO PANICALI
- BT/PEE/9304 - Sistema de Otimização e Controle de Produção em Minas de Pequeno e Médio Porte - TSEN CHUNG KANG, VITOR MARQUES PINTO LEITE
- BT/PEE/9401 - Determinação das Frases de Aplicação Forense para o projeto NESPER e Tese de Mestrado IME/94, com Base em Estudos Fonéticos - MARCONI DOS REIS BEZERRA, EUVALDO F. CABRAL JUNIOR
- BT/PEE/9402 - Implementação e Teste de uma Rede Neural Artificial do Tipo KSON (Kohonen Self-Organizing Network) com Entradas Bidimensionais - MARCELO YASSUNORI MATUDA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9403 - Transformada de Walsh e Haar Aplicadas no Processamento de Voz - ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA, THIAGO ANTONIO GRANDI DE TOLOSA, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9404 - Aplicação de Redes Neurais ao Problema de Reconhecimento de Padrões por um Sonar Ativo - ALEXANDRE RIBEIRO MORRONE, CRISTINA COELHO DE ABREU, EDUARDO KOITI KIUKAWA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9405 - Tudo que se Precisa Saber sobre a Prática da FFT - Transformada Rápida de Fourier (Inclui Software) - ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9406 - A Survey on Speech Enhancement Techniques of Interest to Speaker Recognition - CELSO S. KURASHIMA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9407 - Identificação de Pulsos Decádicos em Linhas Telefônicas - ANTONIO P. TIMOSZCZUK, MÁRCIO A. MATHIAS, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9408 - Implementação e Teste de Filtros do Tipo Adaptativo e @Notch^a para a Remoção de Interferência de 60 Hz em Sinais de Eletrocardiograma - FLÁVIO ANTÔNIO MENEGOLA, JOSÉ AUGUSTO DE MATTOS, JOSÉ GOMES G. FILHO, SIDNEY SILVA VIANA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9409 - Compressão de Sinais de Voz utilizando Transformadas de Karhunen-Loève, Fourier e Hadamard - IVAN LUIS VIEIRA, LUIZ FERNANDO STEIN WETZEL, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9410 - @Ray Tracing^a Paralelo - EDUARDO TOLEDO SANTOS, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9411 - Implementação de uma Ferramenta Posicionador para @Gate-Arrays^a Tipo Mar de Portas - JORGE W. PERLAZA PRADO, WILHELMUS A. M. VAN NOIJE
- BT/PEE/9412 - Tudo que se Precisa Saber Sobre a Teoria da FFT - Transformada Rápida de Fourier - FÁBIO LUÍS ROMÃO, REINALDO SILVEIRA, ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9413 - Análise do Ruído Sonoro em uma Sala de Aquisição de Amostras de Som com Microcomputador - FÁBIO LUÍS ROMÃO, REINALDO SILVEIRA, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9414 - Cor: Aspectos Relevantes para Visualização de Dados - SÍLVIA DELGADO OLABARRIAGA
- BT/PEE/9415 - Projeto de Filtros Digitais IIR com Fase Aproximadamente Linear Utilizando Redução de Ordem - IVAN F. J. RODRIGUES, MAX GERKEN
- BT/PEE/9416 - GERAFILTRO: Sistema para Projeto Automático de Filtros Digitais @IIR^a (da especificação em alto nível ao leiaute do @ASIC^a) - RICARDO PIRES, JOSÉ VIEIRA DO VALE NETO
- BT/PEE/9417 - Redes Neurais Artificiais Aplicadas à Identificação de Pulsos Decádicos em Linhas Telefônicas - ANTONIO P. TIMOSZCZUK, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9501 - Estudo Comparativo de Métodos de Cálculo da Frequência Fundamental - MARCOS COSTA HUNOLD, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9502 - Combinando Técnicas de Redes Neurais Artificiais e Informações de Excitação no Reconhecimento Automático do Locutor - ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9503 - Utilização de Redes Neurais Artificiais para Detecção e Identificação de Falhas em Circuitos - MÁRCIO YUKIO TERUYA, ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9504 - Uso de Redes Neurais Artificiais no Reconhecimento de Locutores no Domínio Temporal - BENEDITO JOSÉ BARRETO FONSECA JÚNIOR, EUVALDO CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9505 - Projeto de Filtros Passivos e Ativos em Técnicas de Circuitos Integrados de Microondas - DAVID VIVEIROS JÚNIOR, DENISE CONSONNI
- BT/PEE/9506 - Uma Análise de Clustering para as Frases de Projeto NESPER - RONALDO OLIVEIRA MESSINA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9507 - Controle com Estrutura Variável e Modos Deslizantes - Um Estudo para Aplicação em Controle Carga-frequência da Geração - JOSE PAULO F. GARCIA, JOCELYN FREITAS BENNATON

- BT/PEE/9508 - Recuperação das Margens de Ganho e de Fase para Sistemas de Fase Não Mínima por Realimentação da Saída - MARCO H. TERRA, VITOR M. P. LEITE
- BT/PEE/9509 - Sistema de Inspeção Óptica de Dispositivos Bi-Dimensionais - CASIMIRO DE ALMEIDA BARRETO, PEDRO LUÍS PRÓSPERO SANCHEZ
- T/PEE/9510 - Sistema de Partículas Uma Poderosa Técnica de Animação em Computação Gráfica - RENATO CURTO RODRIGUES, JOÃO ANTÔNIO ZUFFO
- BT/PEE/9511 - Efeito de Ruídos em Sinais de Voz Visualizados em Trajetórias Neurais de Kohonen - CELSO S. KURASHIMA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9601 - "Um Reconhecedor de Sinais Sonoros Utilizando LVQ" - ALEXANDRE TORNICE, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9602 - "Coleção Artificial Neural Networks: Uma Visão Geral dos Sistemas Neurais Artificiais de Stephen Grossberg" - CHIU HSIUNG HUANG
- BT/PEE/9603 - "Reactively-Sputtered TiN Formation Using a RF Magnetron System"- SÉRGIO PAULO AMARAL OSÓRIO, LUIZ SÉRGIO ZASNICOFF
- BT/PEE/9604 - Aspectos em Tradução de Linguagens Naturais Através de Redes Neurais Artificiais - CARLOS EDUARDO DANTAS DE MENEZES, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9605 - Implementação de Blocos Passa-Tudo Utilizando Realimentação de Erro - SÉRGIO JOSÉ CARNEIRO LEÃO, MAX GERKEN
- BT/PEE/9606 - Coleção SANN group Redes Neurais Artificiais: A Rede Neural de Sakoe - ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9607 - Coleção SANN group Redes Neurais Artificiais: A Rede Neural de Steinbuch - ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9608 - Desenvolvimento de uma Estrutura de Duplo Nível de Metal para a Confeção de Interconexões em Circuitos Integrados - JOSÉ AUGUSTO DE ALENCAR PEREIRA, LUIZ CARLOS MOLINA TORRES
- BT/PEE/9609 - Determinação de Parâmetros de Processo para Fotomáscara "Balzers" Utilizando Gerador de Padrões - JORGE SEKI, MEGUMI SAITO
- BT/PEE/9610 - Um Ambiente para Desenvolvimento de Sistemas Distribuídos - PEDRO F. ROSA, JOÃO A. ZUFFO
- BT/PEE/9611 - Interpretações Teóricas do Funcionamento Cerebelar: Uma Revisão - MARCUS FRAGA VIEIRA, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PEE/9612 - Marcapasso Cardíaco Temporário Microcontrolado de Demanda e Baixo Consumo - FLAVIO ANTONIO MENEGOLA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9613 - Um Sistema de Planejamento de Ação Baseado em Casos para uma Célula Flexível de Manufatura - RICARDO LUÍS DE FREITAS, MÁRCIO RILLO
- BT/PEE/9614 - Aplicações do Boundary-Scan para o Teste de Módulos Multichip - ROBERTO C. COSSI JR., JOSÉ ROBERTO DE A. AMAZONAS
- BT/PEE/9615 - A 2.488 Gb/s GaAs 1:4/1:16 Demultiplexer IC with Skip Circuit for Sonet STS-12/48 Systems - TAUFIK ABRÃO, FATIMA S. CORRERA
- BT/PEE/9616 - Uma Contribuição para a Construção de Algoritmos em Projetos de Redes - ALLAN DE SOUZA, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PEE/9617 - Análise Crítica dos Métodos de Medição do Intervalo QT do Eletrocardiograma - SÍDNEY DA SILVA VIANA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9618 - Deposição e Caracterização de Filmes de SiO₂ Crescidos pela Técnica de PECVD a Baixa Temperatura - MARCO ALAYO CHÁVEZ, INÉS PEREYRA
- BT/PEE/9619 - PARSTOOL: Uma Ferramenta de Auxílio à Simulação de Sistemas Paralelos - LI KUAN CHING, LIRIA MATSUMOTO SATO
- BT/PEE/9620 - Análise de um Método de Otimização por Malha no Treinamento de Robôs - OLÍMPIO MURILO CAPELI, JOSÉ CARLOS T. B. MORAES, SADA O ISOTANI
- BT/PEE/9701 - Identification of Unstable Mechanical Systems - ROBERTO MOURA SALES, ANSELMO BITTAR, MICHAEL PORSCH, LAÉRCIO LUCCHESI
- BT/PEE/9702 - Analysis of the Subthreshold Slope Transition Region in SOI nMOSFET - VICTOR SONNENBERG, JOÃO ANTONIO MARTINO
- BT/PEE/9703 - Introduction of the SOI MOSFET Dimensions in the High-Temperature Leakage Drain Current Model - MARCELO BELLODI, JOÃO ANTONIO MARTINO, DENIS FLANDRE
- BT/PEE/9704 - Controle de Largura de Banda Dinâmica para Transmissões Multicast para Redes de Alta Velocidade - SANG SOON LEE, SÉRGIO TAKEO KOFUJI
- BT/PEE/9705 - Uma Modificação Proposta para o Controle Preditivo Generalizado com Filtro de Kalman - JAIME QUINTERO R., OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9706 - Aplicações de Redes Neurais em Previsões Financeiras - OLÍMPIO MURILO CAPELI, EUVALDO F. CABRAL JR.

- BT/PEE/9707 - Sistema Microcontrolado, Multicanal e Portátil para Estimulação Neuromuscular Funcional - ROGÉRIO QUIARIM ZARZA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9708 - Requisitos para o Mapeamento Tecnológico em Projetos de Microeletrônica - LUCIANO DE OLIVEIRA CORRÊA DE BRITO, JOSÉ ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PEE/9709 - Sistemas PRMA com Dados Acoplados - JOSÉ AUGUSTO DE LIMA, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9710 - Algoritmos Genéticos (AG's) para a Otimização de Controladores Nebulosos - JULIO CESAR CEBALLOS AYA, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9711 - Um Estudo Sobre a Redução de Ruídos em Sinais Caóticos - ERNANE JOSÉ XAVIER COSTA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9712 - Geradores não Lineares de Sequência para uso em Sistemas Spread Spectrum - ANGEL ANTONIO GONZALEZ MARTINEZ, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSZY
- BT/PEE/9713 - Modelamento Físico do Sistema Heteroestrutura - Metal - CECÍLIA WETTERLE RODRIGUES, MEGUMI SAITO
- BT/PEE/9714 - Tensões Induzidas em Linhas Aéreas por Descargas Atmosféricas Indiretas - Modelagem e Aplicação ao Cálculo de Interrupções - ALEXANDRE PIANTINI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEE/9715 - RECMAP - Uma Ferramenta para Otimização em Síntese de Alto Nível Baseada em Reconhecimento Funcional e Mapeamento de Componentes - ANDRÉ GERHARD, JOSÉ VIEIRA DO VALE NETO
- BT/PEE/9716 - Estudo da Sinterização de Contatos Al/Ti por Recozimento Térmico Rápido Visando a Aplicação em Circuitos Integrados - ANGELO EDUARDO BATTISTINI MARQUES, ROGÉRIO FURLAN
- BT/PEE/9717 - Mixed H2/H- Control of Discrete-Time Markovian Jump Linear Systems - OSWALDO L. V. COSTA, RICARDO P. MARQUES
- BT/PEE/9718 - Aluminium Etching with CCl4-N2 Plasmas - ANGELA MAKIE MAKAZAWA, PATRICK VERDONCK
- BT/PEE/9719 - O Uso de Resistes Amplificados Quimicamente e de Sililação em Litrografia por Feixe de Elétrons - ANTONIO C. SEABRA, PATRICK B. VERDONCK
- BT/PEE/9720 - Implementação de um Simulador de um Circuito Neuro-Medular que Atua no Controle da Força Motora - LUIZ JURANDIR SIMÕES DE ARAÚJO, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PEE/9721 - Avaliação das Características Físico-Químicas e Elétricas de Filmes de SiO2 Depositados por PECVD a Partir da Reação entre O2 e TEOS - ALVARO ROMANELLI CARDOSO E CLAUS MARTIN HASENACK
- BT/PEE/9722 - Controle e Simulação Dinâmica de Colunas de Destilação: Aplicação Prática em uma Coluna com Refluxo por Gravidade
- BT/PEE/9723 - Circuitos de Portas Lógicas Primitivas Implementados a Partir de uma Classe de Lógicas Paraconsistentes Anotadas - JOÃO INÁCIO DA SILVA FILHO, JAIR MINORO ABE, PEDRO LUÍS PRÓSPERO SANCHEZ
- BT/PEE/9724 - Lattice Heating and Energy Balance Consideration on the I-V Characteristics of Submicrometer Thin-Film Fully Depleted SOI NMOS Devices - CLAUDIA BRUNETTI, NELSON L. A. BRAGA, LUIZ S. ZASNICOFF
- BT/PEE/9725 - Identificação de um Processo de Neutralização de pH via Redes Neurais - SILVIO FLABOREA, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9726 - Uma Estratégia de Migração de Sistemas de Telefonia Móvel com Tecnologia AMPS para a Tecnologia CDMA - RONALD LUÍS CLARKSON EISNER, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9727 - Controle de pH Usando Conceitos de Invariantes de Reações e Geometria Diferencial - OSCAR A. ZANABARIA S., CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9728 - Estudo da Influência dos Parâmetros de Recozimento Térmico Rápido na Morfologia dos Filmes de TiSi2 Formados e sua Correlação com a Tensão Mecânica - SILVANA GASPAROTTO DE SOUZA, ARMANDO ANTONIO MARIA LAGANÁ, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9729 - Analysis of Silicon Surface Microirregularities by LASER Light Scattering - JOSÉ CÂNDIDO DE SOUSA FILHO, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9730 - Wavelets in Music Analysis and Synthesis: Timbres Analysis and Perspectives - REGIS ROSSI ALVES FARIA, RUGGERO ANDREA RUSCHIONI, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9731 - Estudo de Efeitos Mútuos da Distribuição de Corrente em Condutores - AUGUSTO CARLOS PAVÃO, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI
- BT/PEE/9801 - Equivalência entre a Semântica da Lógica de Transações e a Semântica de sua Implementação Prolog - PAULO E. SANTOS, FLÁVIO S. C. DA SILVA
- BT/PEE/9802 - Nash Game in Mixed H2/Hoo Control Theory a Convex Optimization Approach- HELENICE OLIVEIRA FLORENTINO, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9803 - Text-Independent Speaker Recognition Using Vector Quantization and Gaussian Mixture Models - THOMAS E. FILGUEIRAS F., RONALDO O. MESSINA E EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9804 - Elementos Piezoresistivos para Sensores de Pressão com Tecnologia CMOS - LUIZ ANTONIO RASIA, E. C. RODRIGUEZ

- BT/PEE/9805 - Automação do Processo de Casamento de Impedância em Sistemas de Aquecimento por Microondas - J. C. DE SOUZA, J. T. SENISE, V. C. PARRO, F. M. PAIT
- BT/PEE/9806 - Considerações para o Projeto de Células de Memória SI com Transistores HEMT - JAIME H. LASSO, EDGAR CHARRY R.
- BT/PEE/9807 - Covariance Controller with Structure Constraint and Closed Loop H Bound - ANTÔNIO CARLOS DE LIMA, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9808 - Controle Unidimensional de Objetos: Uma Aplicação Prática em Fresadora Automática - MÁRCIO A. F. MURATORE, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9809 - Redes Neurais com Retardos Temporais Aplicadas ao Reconhecimento Automático do Locutor - ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9810 - Topological Computation and Voluntary Control - HENRIQUE SCHÜTZER DEL NERO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA, ALFREDO PORTINARI MARANCA
- BT/PEE/9811 - Casamento de Impedância em Guia de Onda Retangular Utilizando como Variável Medida a Potência Refletida - J. C. DE SOUZA JR., J. T. SENISE
- BT/PEE/9812 - Applied Surface Science - RONALDO D. MANSANO, PATRICK VERDONCK, HOMERO S. MACIEL
- BT/PEE/9813 - Contribuição ao Estudo da Morfologia da Superfície e da Interface do Siliceto de Titânio Formado sobre Si (100) Empregando a Técnica de Microscopia de Força Atômica (AFM) - N. M. HASAN, A. A. M. LAGANÁ, S. G. SANTOS FILHO
- BT/PEE/9814 - Estudo Experimental da Tensão Mecânica em Filmes Finos de Cobre Obtidos por Evaporação ou Deposição Eletroquímica Espontânea - A. I. HASHIMOTO, S. G. FILHO
- BT/PEE/9815 - Controle Híbrido de Manipuladores Robóticos - WEBER ALLEGRI, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PEE/9816 - Entropia Informacional e Cronobiologia - ANA AMÉLIA BENEDITO SILVA, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PEE/9817 - Estabilidade de Lyapunov e Controle de Atitude - FERNANDO SOUSA, FREITAS JÚNIOR, PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA
- BT/PEE/9818 - Projeto de um Conversor de Frequências Resistivo em Tecnologia MMIC - CLÁUDIA C. A. APARÍCIO, DENISE CONSONNI
- BT/PEE/9819 - Estudo de Sensibilidade de um Sistema de Modulação Digital via Simulação - RONALDO DI MAURO, LUIZ ANTONIO BACCALÁ
- BT/PEE/9820 - Engenharia do Conhecimento Aplicada ao Conhecimento Aplicado ao Domínio de Gerenciamento de Falhas em Redes de Comunicação: Uma Abordagem Baseada em Modelo - MARILZA ANTUNES DE LEMOS, MARCIO RILLO
- BT/PEE/9821 - Uma Biblioteca de Métodos de Resolução de Problemas de Planejamento para Fornecer Apoio à Aquisição de Conhecimento - LELIANE NUNES DE BARROS, MARCIO RILLO
- BT/PEE/9822 - Um Estudo de Técnicas de Aprendizado por Reforço Livre de Modelo - Aplicação ao Pêndulo Invertido - SÉRGIO RIBEIRO AUGUSTO, ADEMAR FERREIRA
- BT/PEE/9823 - Identificação de Sistemas Dinâmicos com Redes Neurais - FRANCISCO CARLOS PONS, CLÁUDIO GARCIA
- BT/PEE/9824 - Comparison between Single and Double Langmuir Probe Techniques for Analysis of Inductively Coupled Plasmas - RAUL M. DE CASTRO, GIUSEPPE A. CIRINO, PATRICK VERDONCK, HOMERO S. MACIEL, MARCOS MASSI, MARCELO B. PISANI, RONALDO D. MANSANO
- BT/PEE/9825 - DECMEF: Um Sistema de Decomposição Aplicada à Síntese de Máquinas de Estados Finitos - CARLOS HUMBERTO LLANOS QUINTERO, MARIUS STRUM
- BT/PEE/9826 - Controladores Preditivos Através de Desigualdade Matriciais Lineares - RENATO C. BARÃO, RICARDO P. MARQUES, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9827 - Parametrization of all H2 Optimal Output Feedback Controllers - JOÃO YOSHIYUKI ISHIHARA, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9901 - Digital Equalization Using Time Delay Neural Network (TDNN) - MARIO ANDRÉS VERGARA ESCOBAR, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9902 - Simulação e Análise Estrutural do Modelo de Deposição da Publicação ICRP 66 - JOAQUIM CARLOS SANCHES CARDOSO, JOSÉ CARLOS T. DE BARROS MOARES
- BT/PEE/9903 - Modelamento e Ajuste por Regra Sub-Ótica de Maximização da Informação da Mútua de um Sistema Reconhecedor de Palavras Isoladas, Independente do Falante, para Ambientes Adversos, com Redundância de Informação - MÁRIO MINAMI, IVANDRO SANCHES
- BT/PEE/9904 - Modelagem Matemática e Controle Multivariável do Tanque de Contato Empregado no Processo de Lixiviação dos Minerais Niquelíferos - DANIEL GUZMÁN DEL RÍO, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9905 - Avaliação de Transdutores para Análise Metabólica Humana - HENRIQUE TAKACHI MORIYA, JOSÉ CARLOS T. DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9906 - Estudo da Aplicação do Método TLM-2D à Análise de Campos Eletromagnéticos - MARCO ANTONIO MATHIAS, JORGE M. JANISZEWSKI

BT/PEE/9907 – Comportamento Transitório de Campos Eletromagnéticos em Meios Condutores: Simulação Computacional Eficiente por Diferenças Finitas no Domínio do Tempo – ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI

BT/PEE/9908 – H_2 and H_∞ Control for Maglev Vehicles – ANSELMO BITTAR, ROBERTO MOURA SALES



